

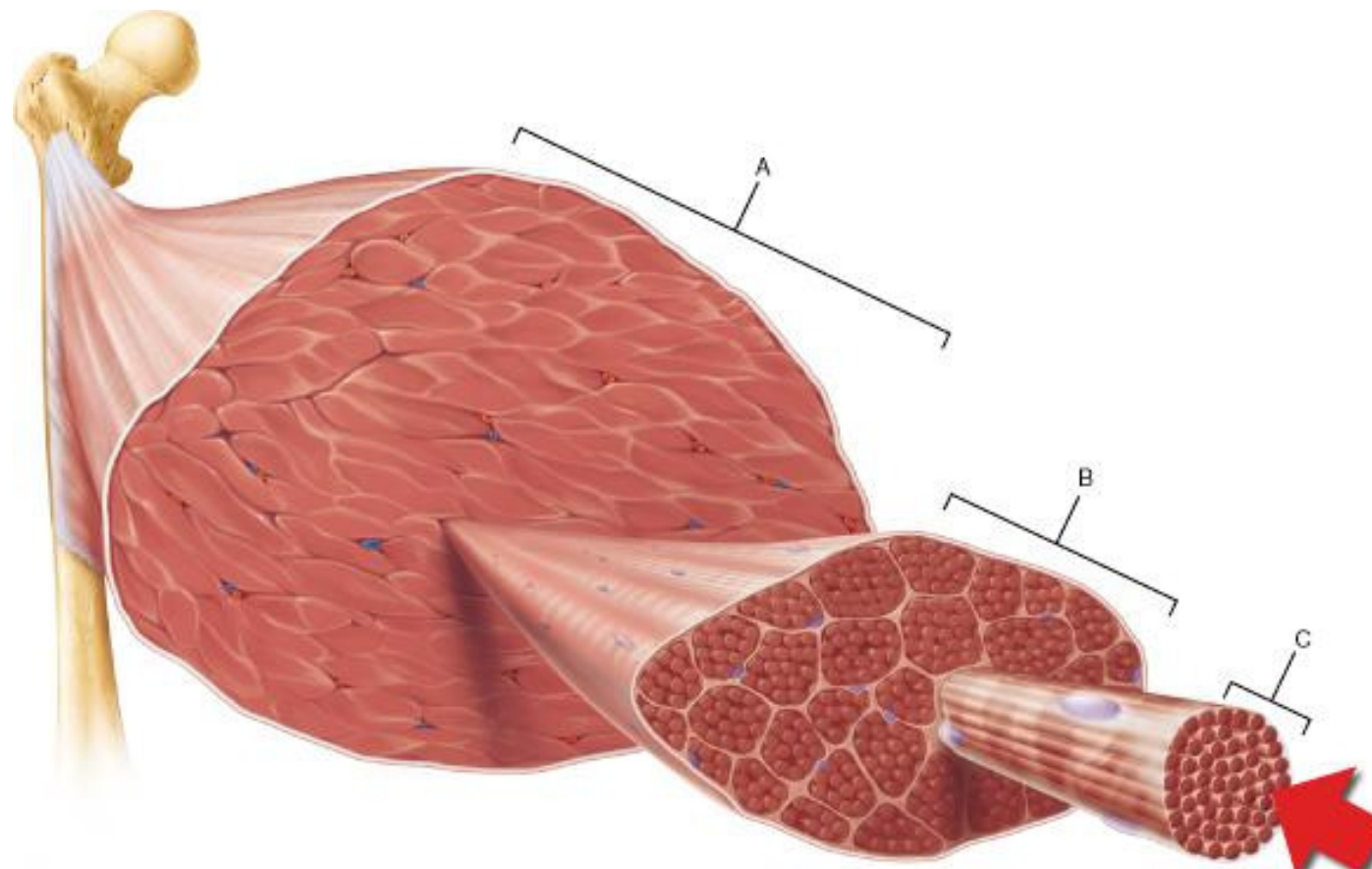


Академија струковних студија Шабац

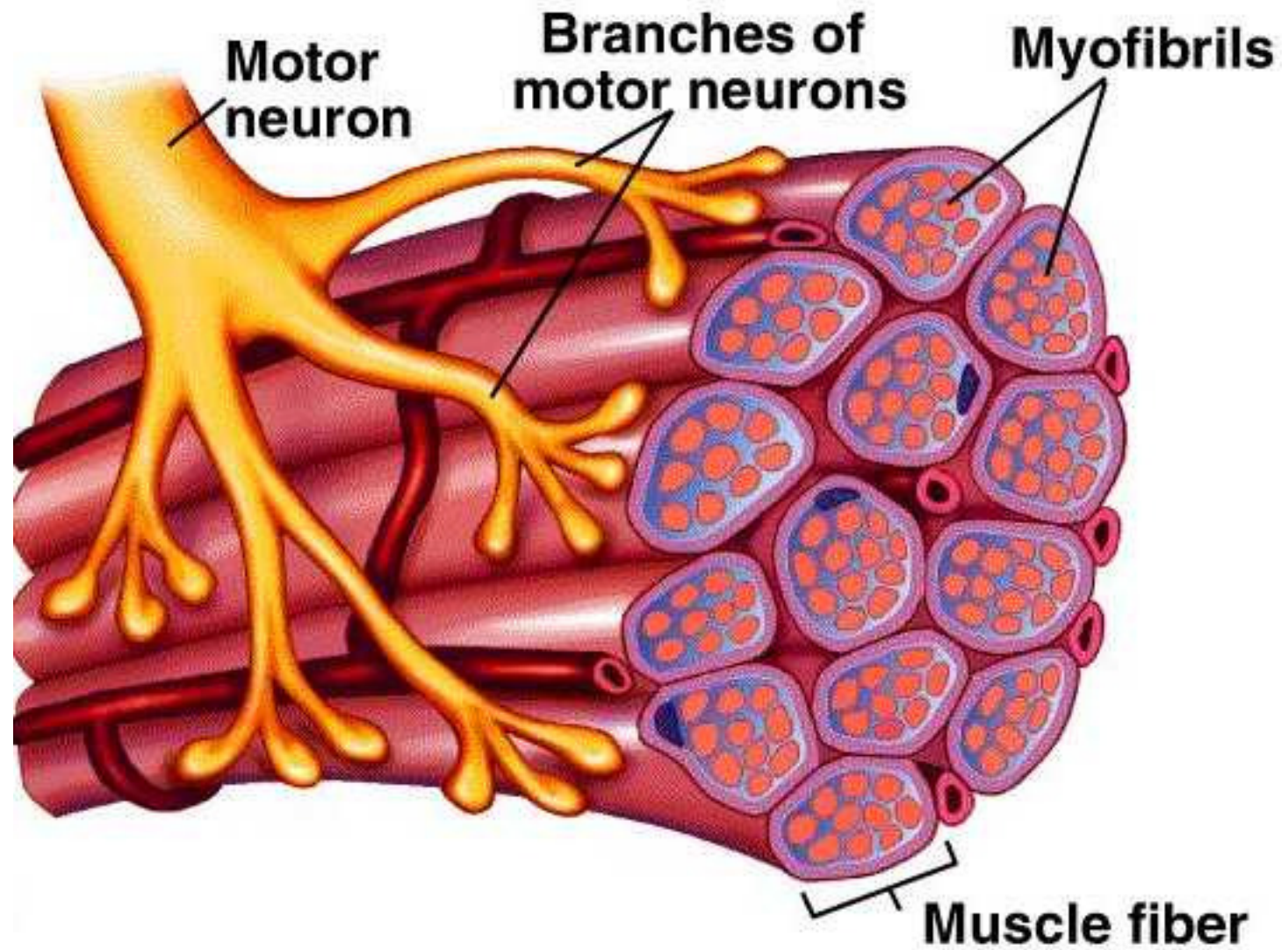
Mišićna kontrola i motorno učenje

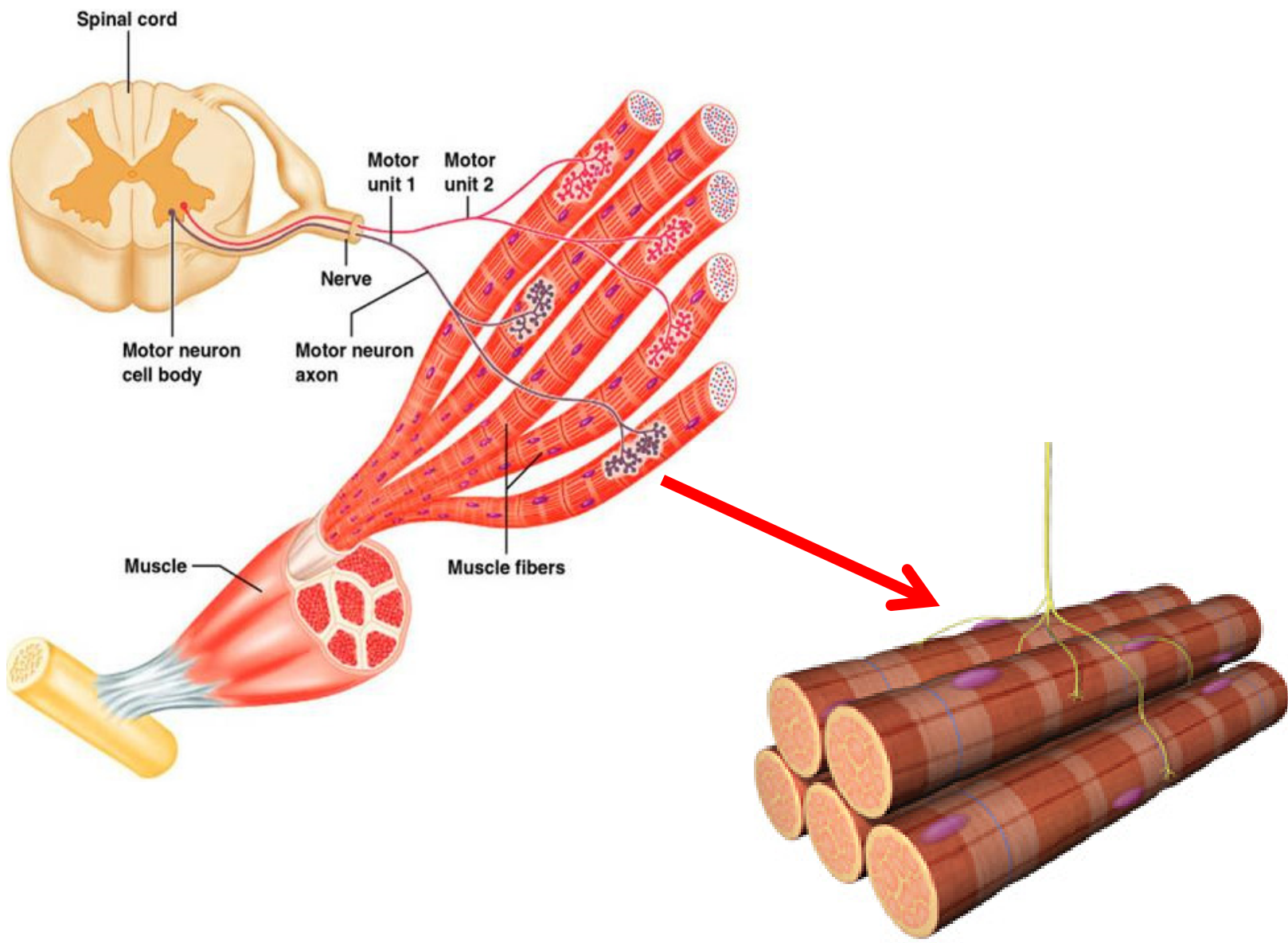
- ✓ Mehanizam mišićne kontrakcije
- ✓ Uloga nervnog sistema u mišićnoj kontrakciji
- ✓ **Propriocepcija** – Definicija i značaj za motorički razvoj

Struktura mišića



The Motor Unit



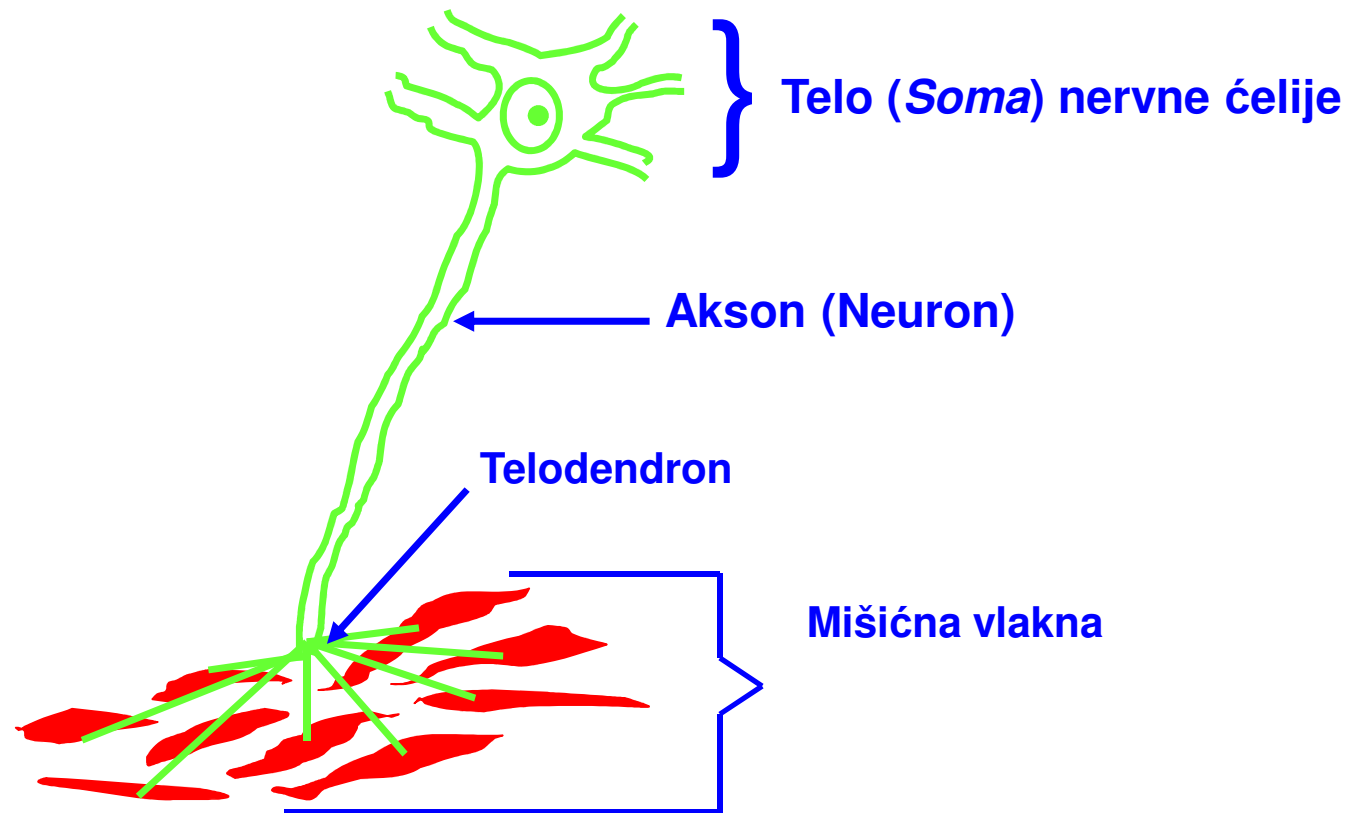


Mehanizmi gradacije mišićne sile

- **Veličina aktivnih motornih jedinica**
- **Broj aktivnih motornih jedinica** (u normalnim okolnostima aktivno je maksimalno 70% MJ)
- **Sinhronizacija motornih jedinica** (omogućava ispoljavanje najveće sile)



Motorna jedinica



Mišićna vlakna

- Promer nervnog vlakna samo je nasleđena predispozicija.
- Bez odgovarajućih stimulansa nema adaptacije mišića.
- Funkcija razvija organ (*Lamark*)

Spora
(Slow-twich)
ST – SO – I tip

Brza
(Fast-twich)
FT – II tip

Brza oksidativna
(Fast-twich-Oxidative)
FOG – FR – IIa tip

Brza glikolitička
(Fast-twich-Glikolitic)
FG – FF – IIb tip

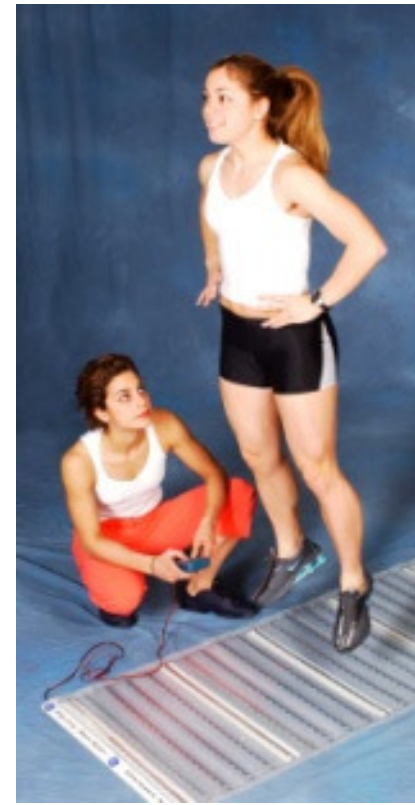


Zastupljenost sporih mišićnih vlakana u pojedinim skeletnim mišićima

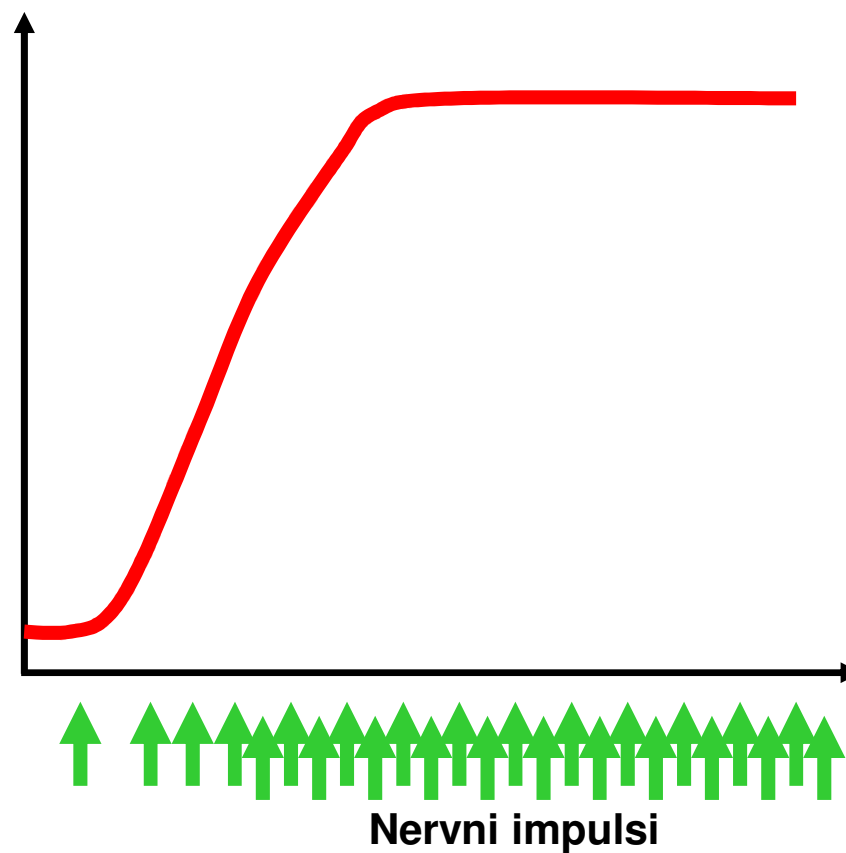
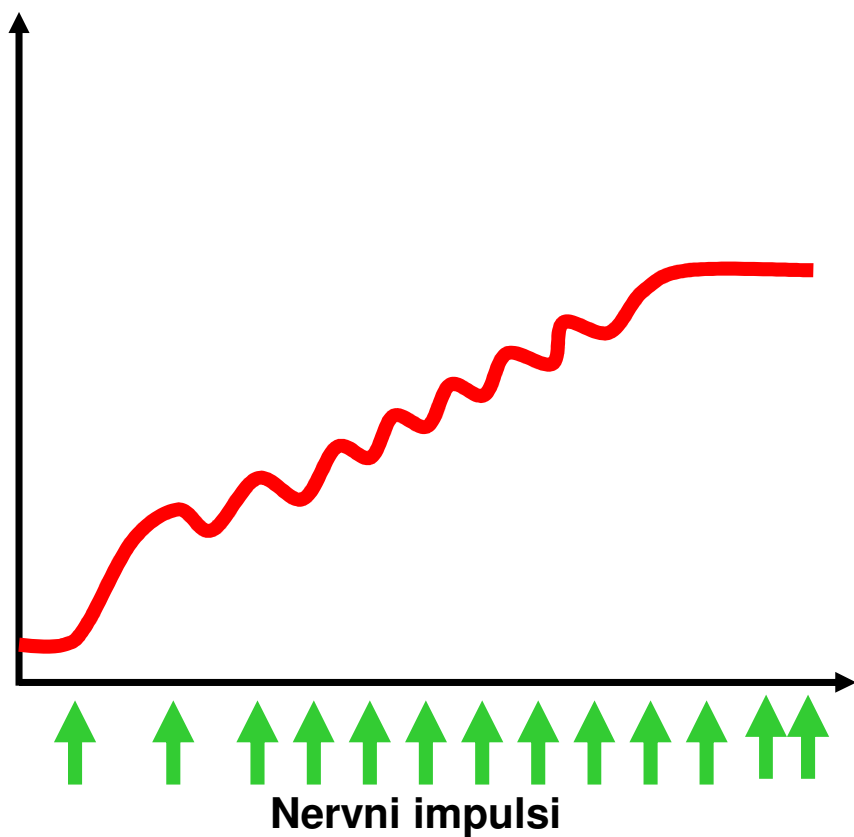
m. Biceps brachi	49%
m. Triceps brachi	33%
m. Deltoideus	47%
m. Vastus lateralis	51%
m. Erector spinae	56%
m. Gastrocnemius	58%
m. Soleus	84%



Bosco – protokol na “ergo-džampu” za procenu % brzih vlakana (Varijanta: *Counter movement jump*)



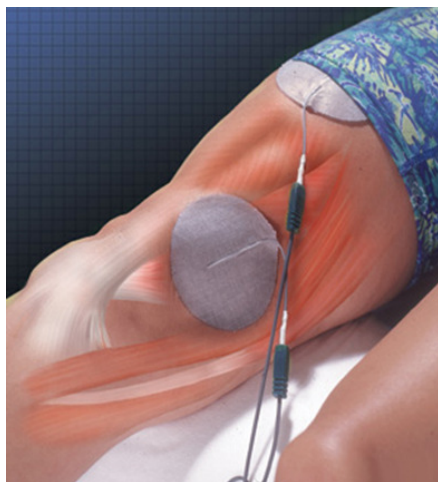
Potpuni i nepotpuni mišićni tetanus



Trofičko dejstvo nervnog sistema



Elektrostimulacija ne može da zameni voljnu kontrakciju!!!



Nivoi nervne kontrole

Piramidalni sistem

- Učenje i svest o naučenim pokretima

Ekstra-piramidalni sistem

- Automatizovani pokreti

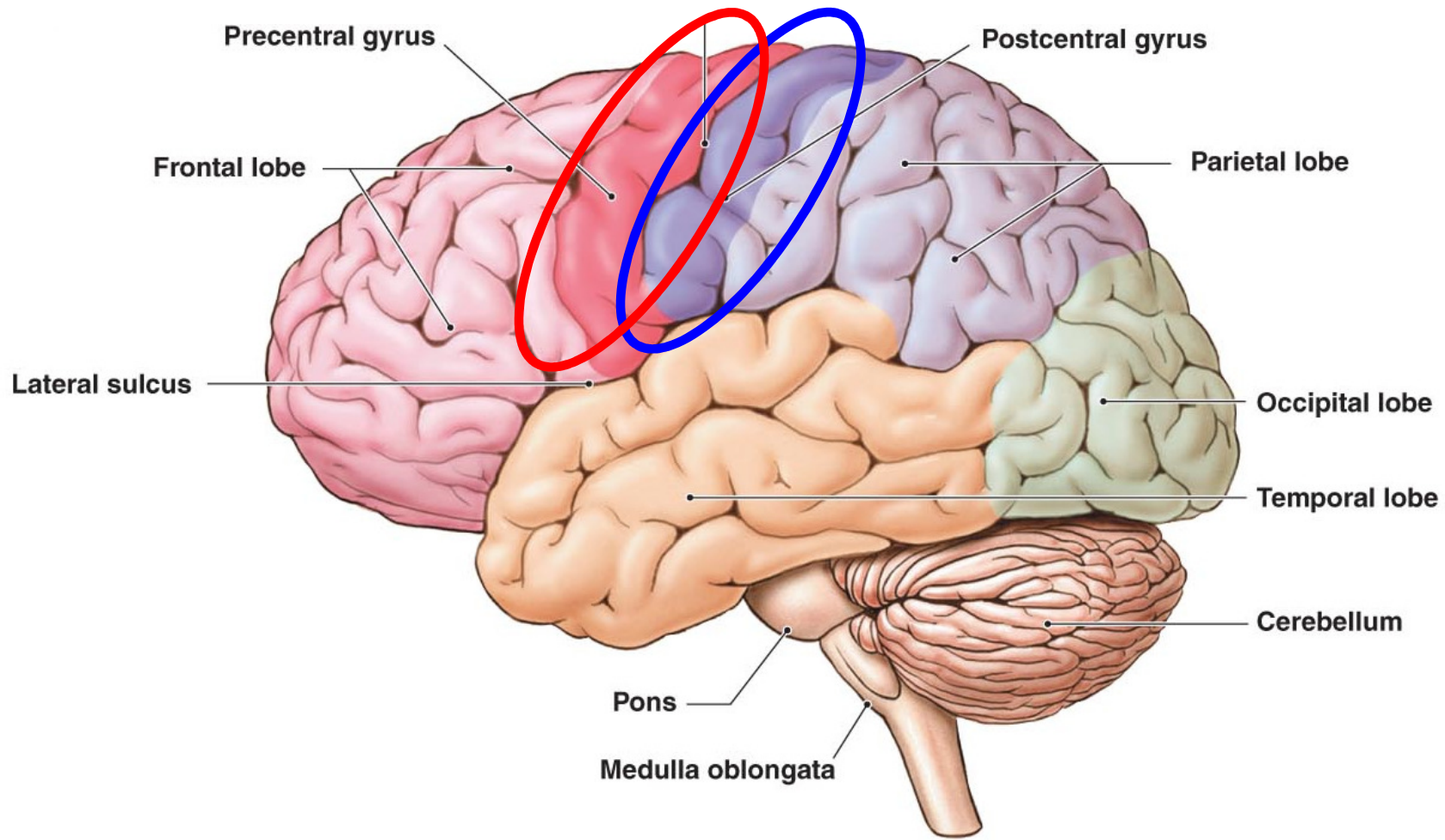
Proprio- cepcija i kinesteziya

- Refleksni nivo kontrole pokreta

- Najvažniji nivo motorne kontrole u radu sa decom predškolskog uzrasta
- Presudan za formiranje kvalitetnih motornih veština (*Motor skills*)



Kora velikog mozga



Faze motornog učenja

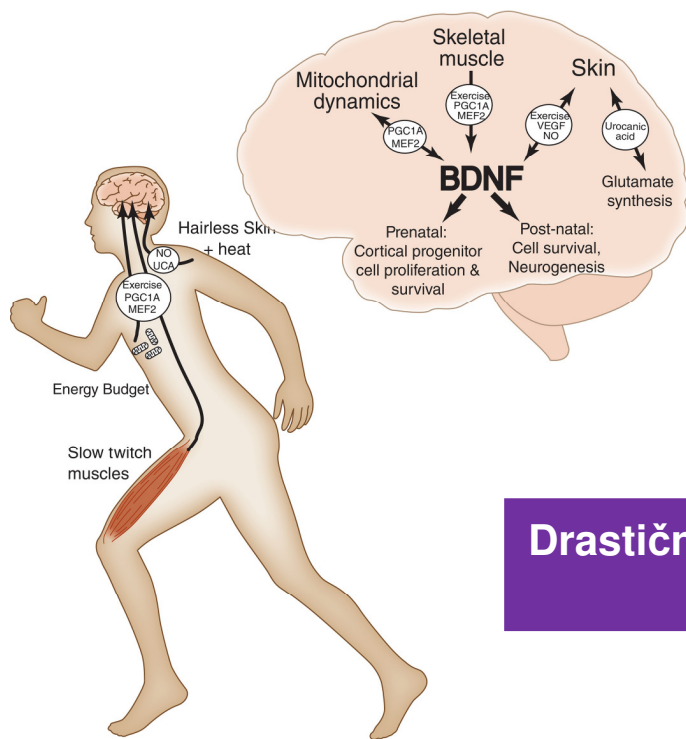
(Bernštajn)

- 1. Iradijacija** (Zračenje, emitovanje nervnih impulsa)
- 2. Koncentracija** (Racionalizovanje nervnih puteva)
- 3. Stabilizacija** (Formiranje stabilnih nervnih puteva)
- 4. Automatizacija** (Nervna kontrola započinje iz ekstrapiramidalne zone)

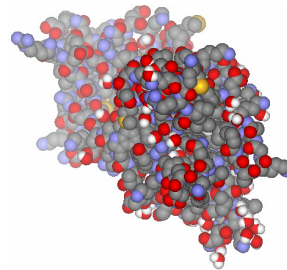


Brain-derived neurotrophic factor - **BDNF**

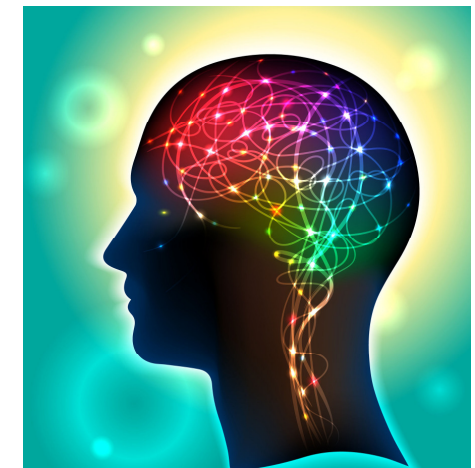
- Protein kodiran istoimenim genom koji podstiče izgradnju neurona i neurotransmitera
- Pozitivni efekti su: povećanje sive mase prefrontalnog i temporalnog režnja velikog mozga, neurogeneza, povećan broj sinapsi...
- Osim u mozgu, stvara se i u: bubrezima, motornim neuronima, **mišićima**, pljuvački...



- **Fizički aktivne osobe stvaraju tri puta više BDNF-a od sedentarnih** (Dietrich, Andrews, & Horvath, 2016; Hopkins, Davis, Vantieghem, Whalen, & Bucci, 2012; van Praag, 2008)



**Drastično povećanje broja neurona i sinapsi,
te proširenje neuralne mreže**



Definicija propriocepcije

- **Propriocepcija** je refleksni nivo motorne kontrole koji omogućava stvaranje preciznih osećaja sopstvenog tela i pokreta
- **Kinesteziya** – Osećaj mišićne napetosti (mišićnog tonusa)
- Propriocepcija se najefikasnije razvija u najranijim periodima rasta i razvoja (u predškolskom i školskom uzrastu)
- Kod odraslih ljudi proprioceptivni trening ima vrlo ograničene efekte
- Za usavršavanje propriocepcije odgovorni su proprioceptivni organi
- **Proprioceptivni trening** = **Trening proprioceptivnih organa**



Proprioceptivni organi

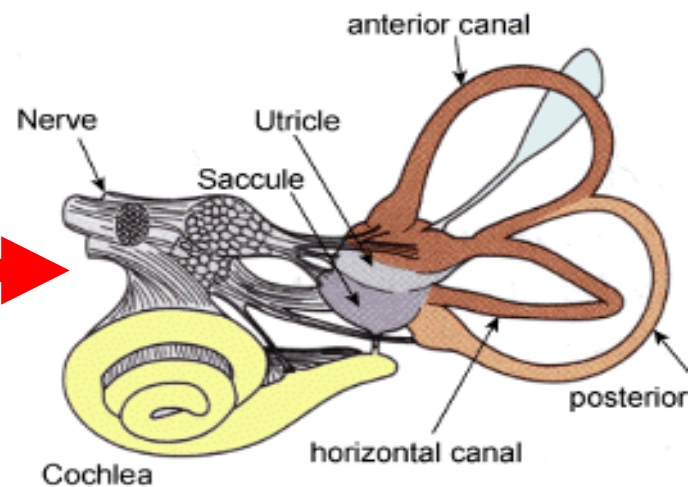
- **Vestibularni aparat**
- **Mišićna vretena (*Fusus*)**
- **Goldžijevi tetivni organi (GTO)**
- **Mehanoreceptori**
 - Pačinijeva telašca (*Corpusculi*)
 - Ruffinijevi receptori



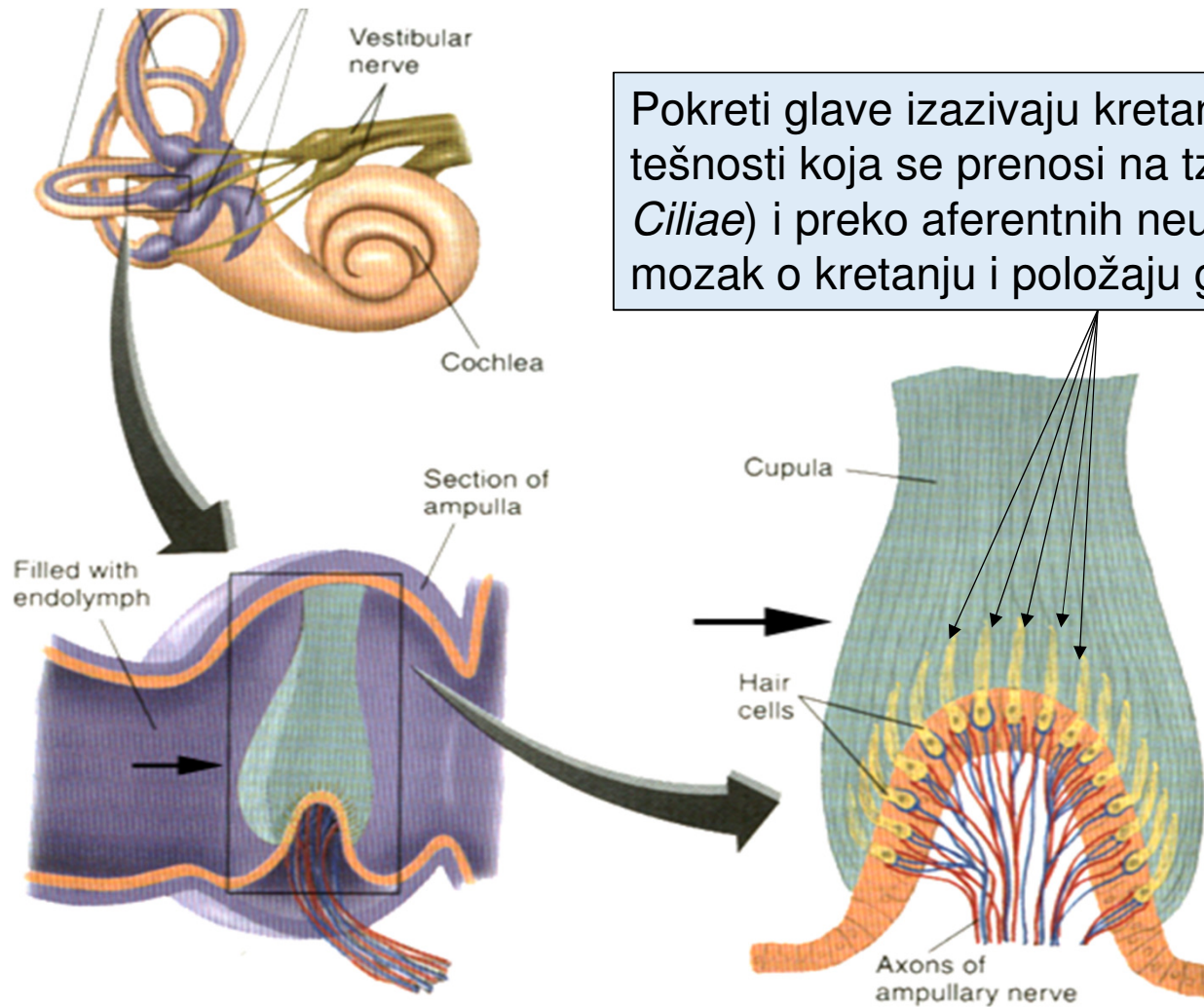
Vestibularni aparat



- Smešten u unutrašnjem uhu
- Odgovoran za informacije o položaju glave



Vestibularni aparat

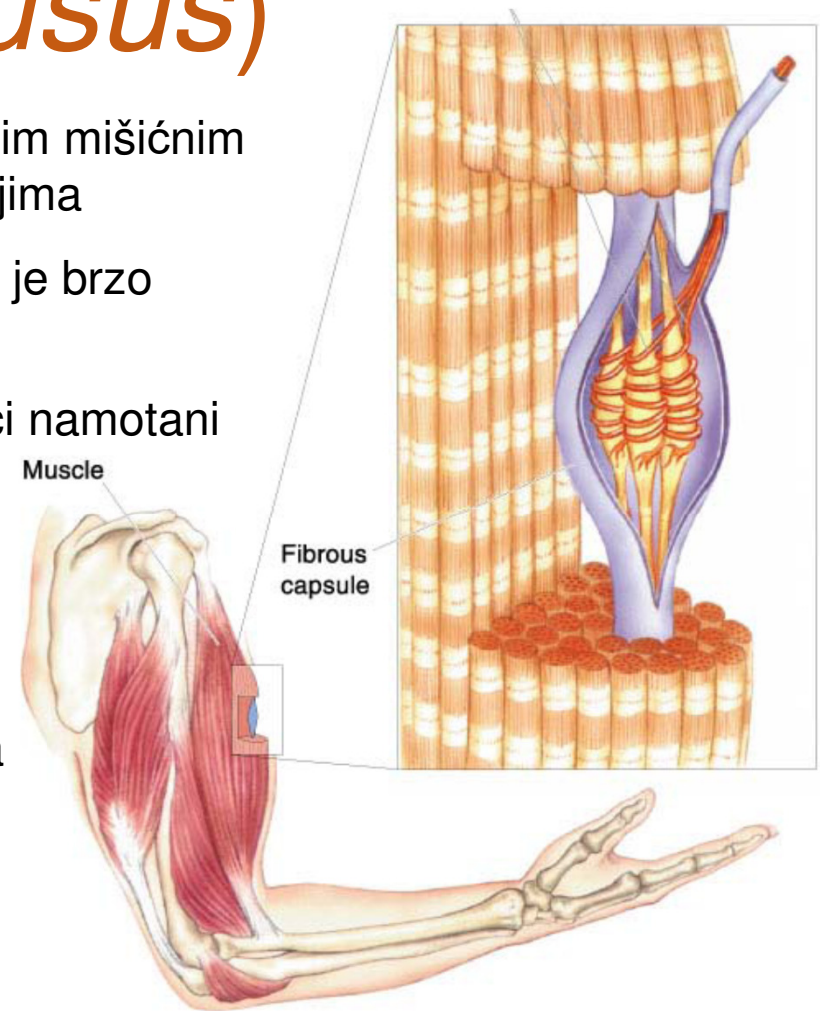


Pokreti glave izazivaju kretanje vestibularne tečnosti koja se prenosi na tzv. treplje (lat. *Ciliae*) i preko aferentnih neurona obaveštava mozak o kretanju i položaju glave

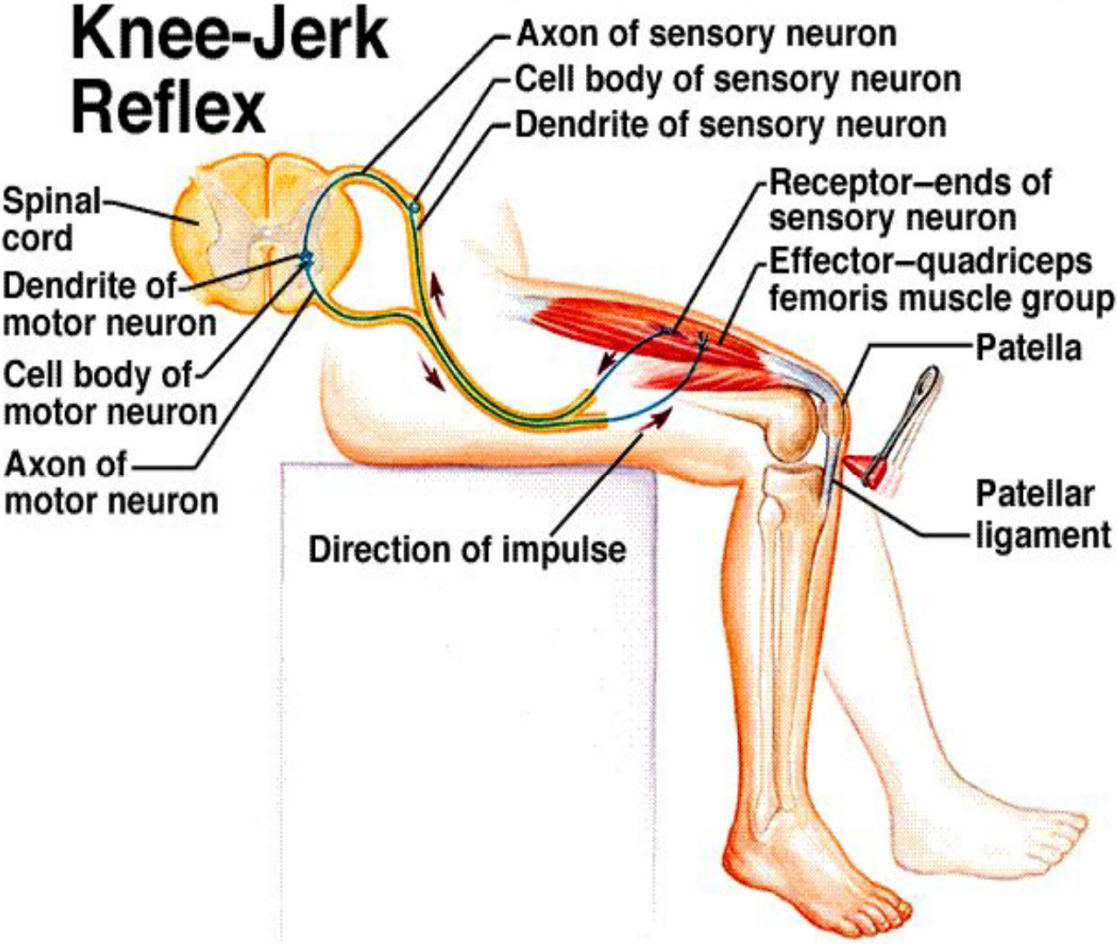


Mišićna vretena (*Fusus*)

- Mišićna vretena (*fuzusi*) su raspoređena među klasičnim mišićnim vlaknima (*Ekstrafuzalnim vlaknina*) i paralelna su sa njima
- Uzrok za aktiviranje (pobuđivanje, ekscitaciju) vretena je brzo istežanje mišića
- Deformaciju mišićnih vretena registruju nervni završeci namotani u njegovom središnjem delu
- Informaciju o istežanju do kičmene moždine prenose *Gama* motorni neuroni
- Kao motorni odgovor, kičmena moždina šalje povratne impulse i izaziva refleksnu kontrakciju mišića (***Miotetički refleks*** ili **Refleks na istežanje**)



Miotatički refleks (refleks na istežanje)



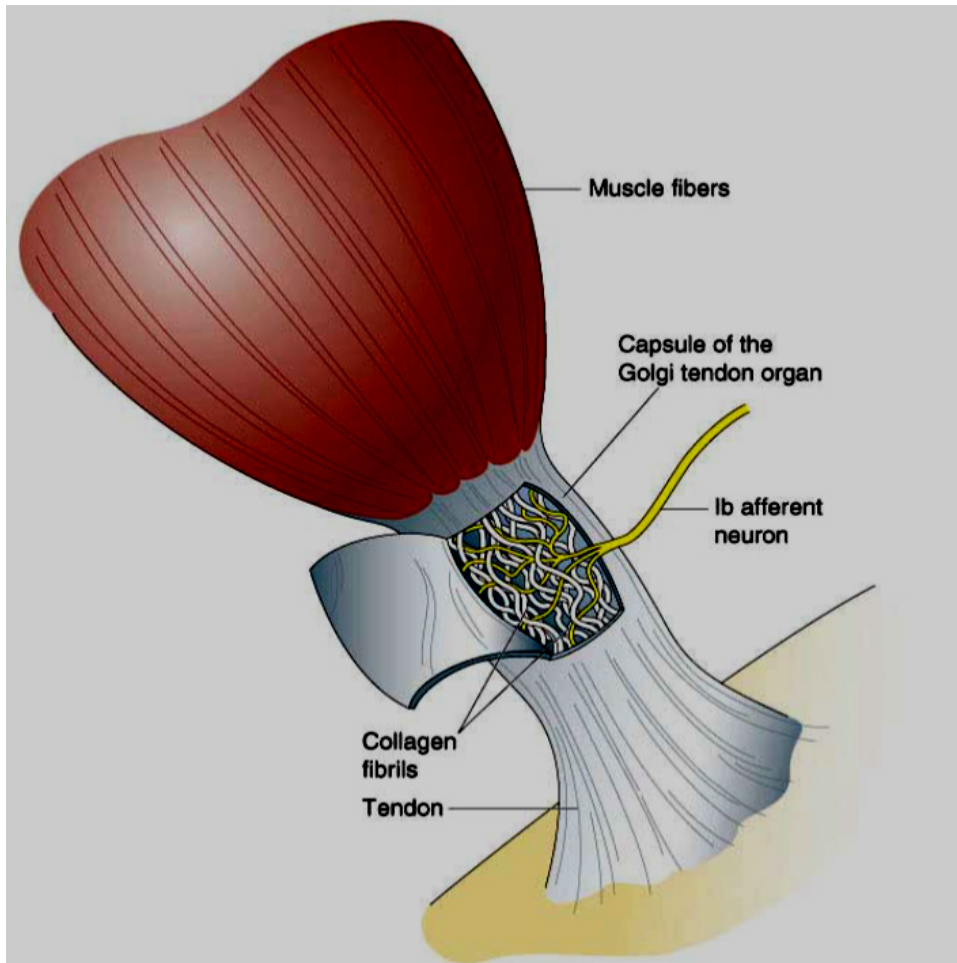
Skipping rope



Tires, fitness straps



Goldžijev tetivni organ (*GTO*)

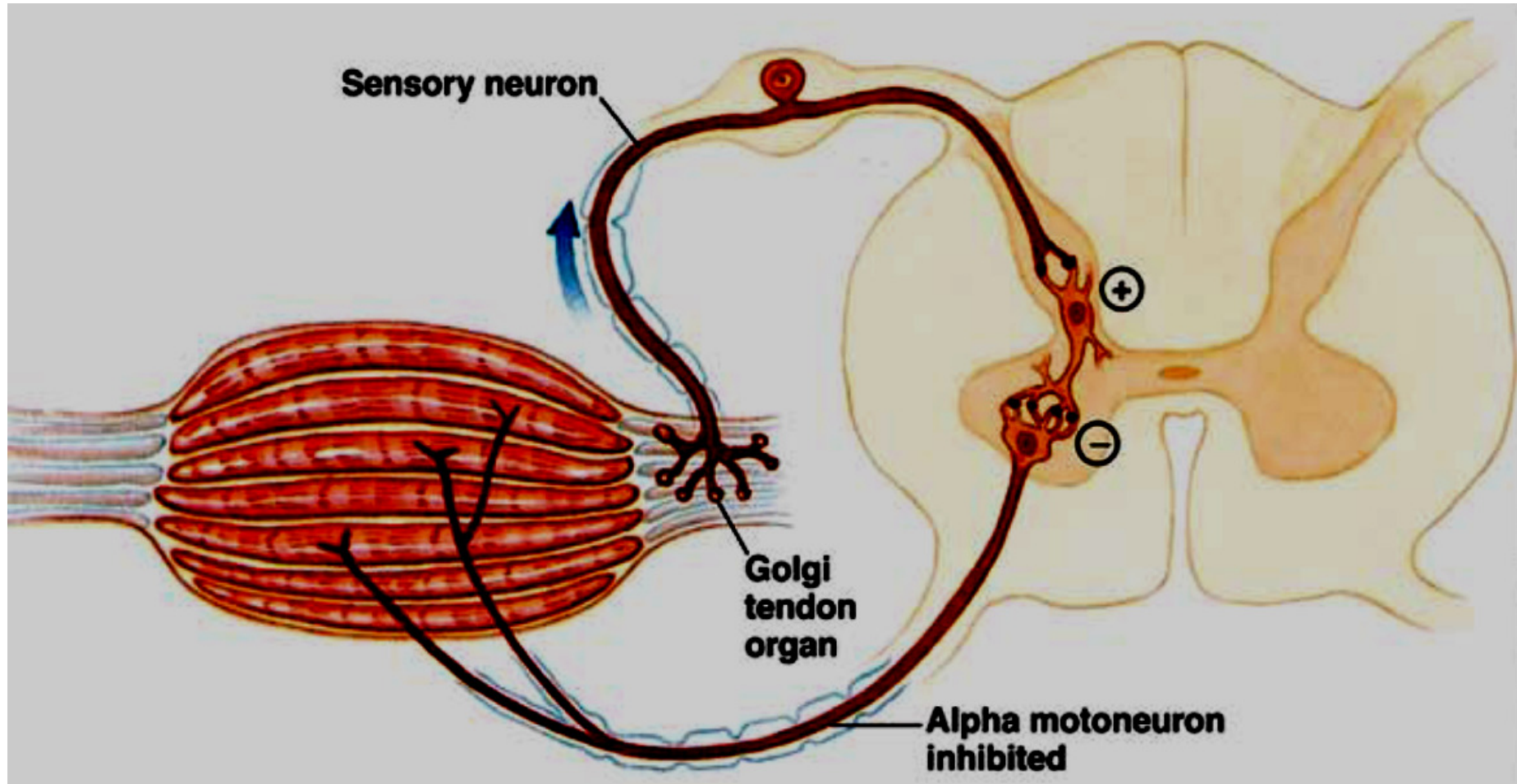


- GTO je skup nervnih završetaka koji se nalaze u tetivama mišića
- Uzrok za aktiviranje (pobuđivanje, ekscitaciju) GTO-a je sporo (produženo) istežanje mišića većim intenzitetom
- Informacije o deformaciji GTO-a do kičmene moždine prenose **Ib** aferentni neuroni
- GTO ima niži prag draži od mišićnih vretena, a Ib neuroni sporije prenose impulse
- Kao motorni odgovor, kičmena moždina šalje povratne impulse i izaziva posepenu relaksaciju (opuštanje) mišića (***Inverzni miotetički refleks***)





Komunikacija vretena i GTO sa kičmenom moždinom

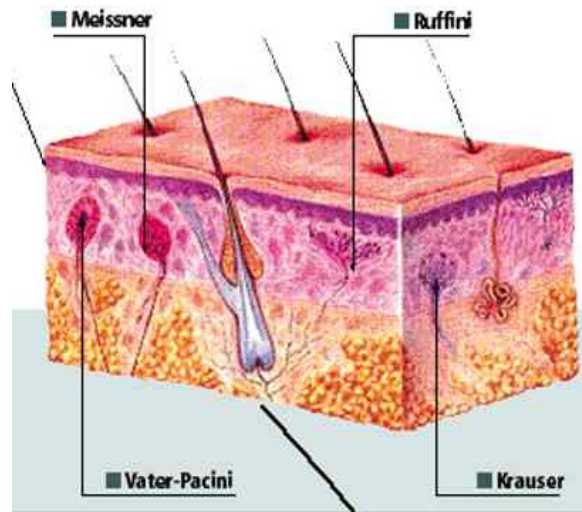


Mišićna vretena vs. GTO

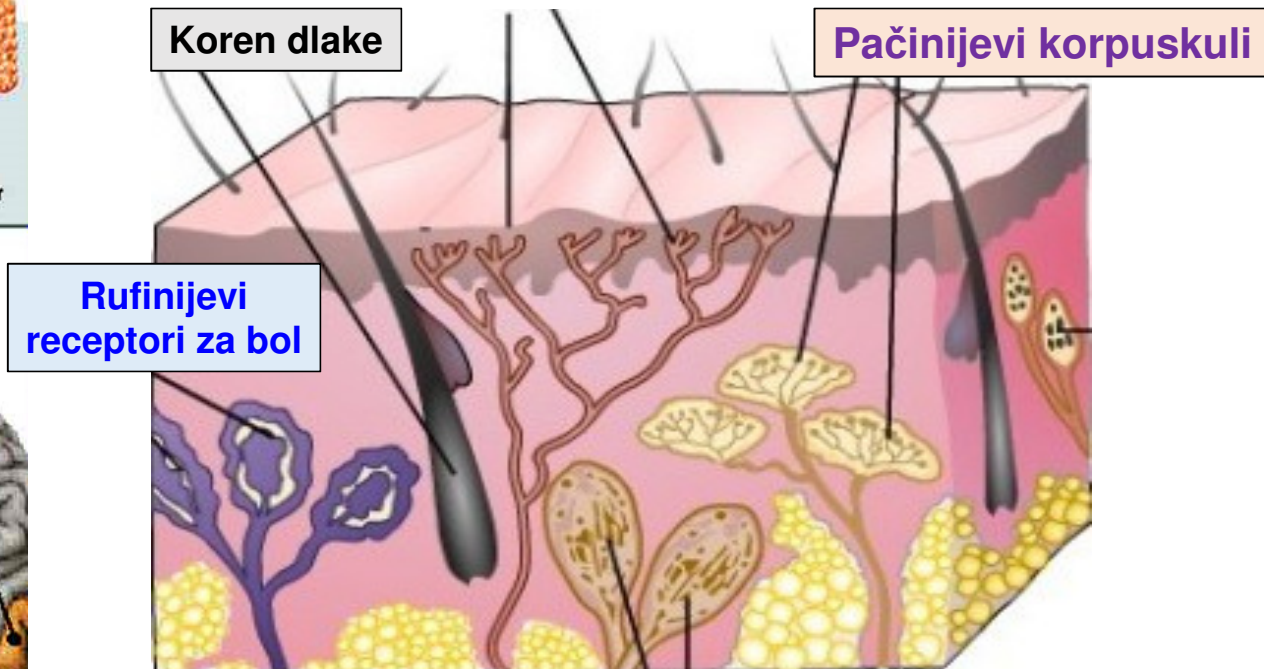
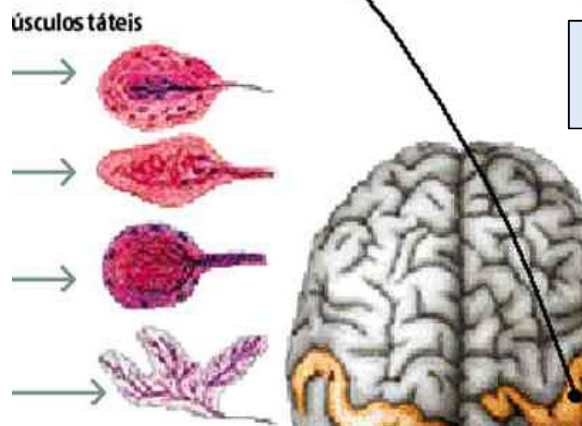
- Mišićno vreteno izaziva refleks na istežanje (miotatički refleks)
- GTO kasni za vretenom 10-12 sekundi i izaziva relaksaciju mišića (inverzni miotatički refleks)
- Zbog višeg praga draži vreteno deluje prvo, pa je refleksni odgovor mišića na brzi istežanje uvek – kontrakcija
- Dostizanje praga draži GTO-a je osnov „*Strečing*“ trening
- Principi treninga za istežanje (***Streching training***):
 - ✓ *Spori pokreti maksimalnih amplituda (do pojave bola)*
 - ✓ *Izdržaj u maksimalno istegnutom položaju 20-30 sekundi*



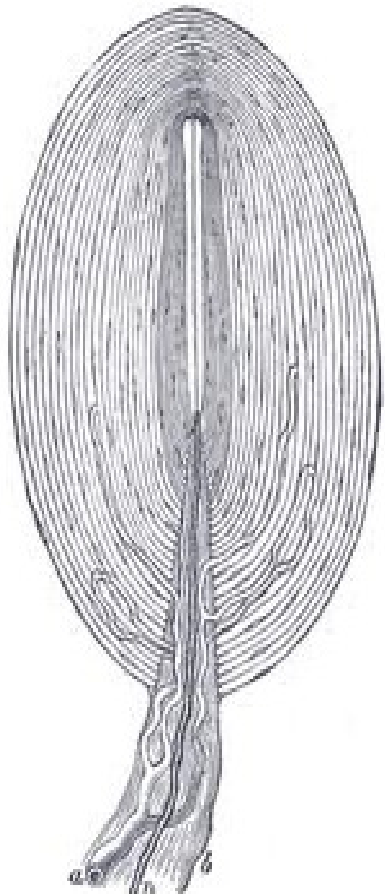
Ostali mehanoreceptori



- Mehano receptori nalaze se u najdubljim slojevima kože
- Reaguju na mehanički pritisak i eferentne impulse šalju direktno u koru velikog mozga (u priamidalnu zonu)



Pačinijeva telašca



- Povećan pritisak na Pačinijeva telašca u pojedinom segmentu zgloba obaveštava mozak o položaju delova tela (npr. da li je ruka u odručenju ili uzručenju, da li je noga u zanoženju ili odnoženju, koliki je ugao između nadlaktice i podlaktice i sl.)

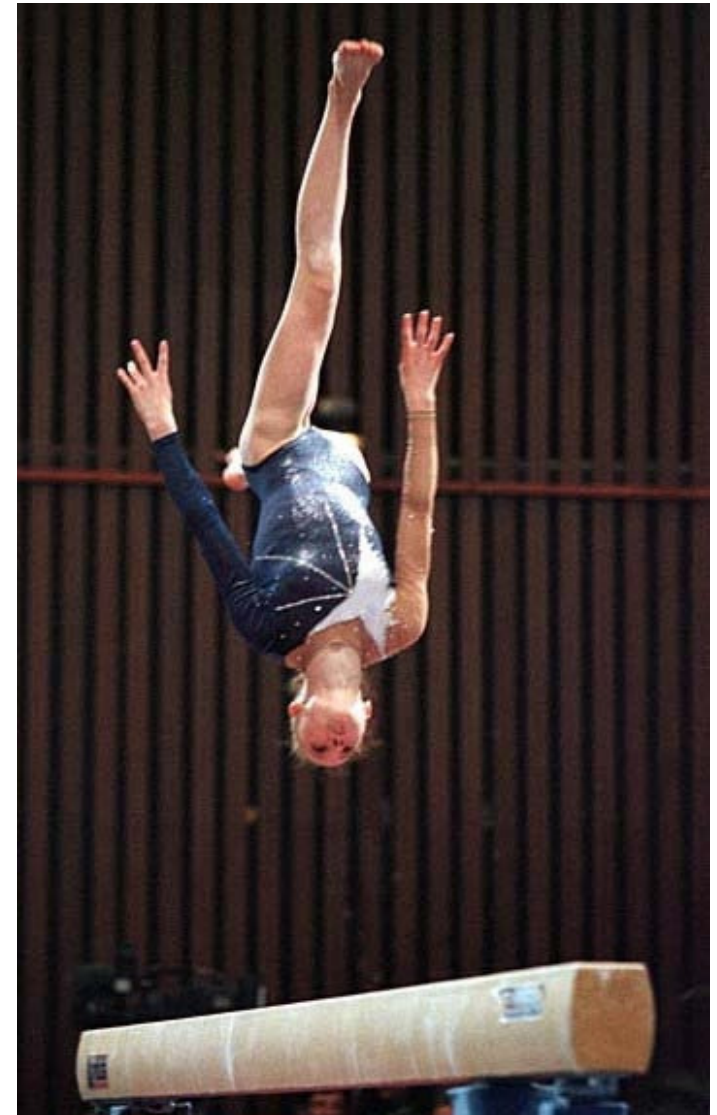


- Pačinijeva telašca su „trenirljiva“, tj. mogu da unaprede svoje funkcije pod uticajem fizičkog vežbanja
- **Proprioceptivnim treningom** ubrzava se protok impulsa kroz aferentne neurone i formiranje predstave o pokretu (položaju tela, tonusu...)



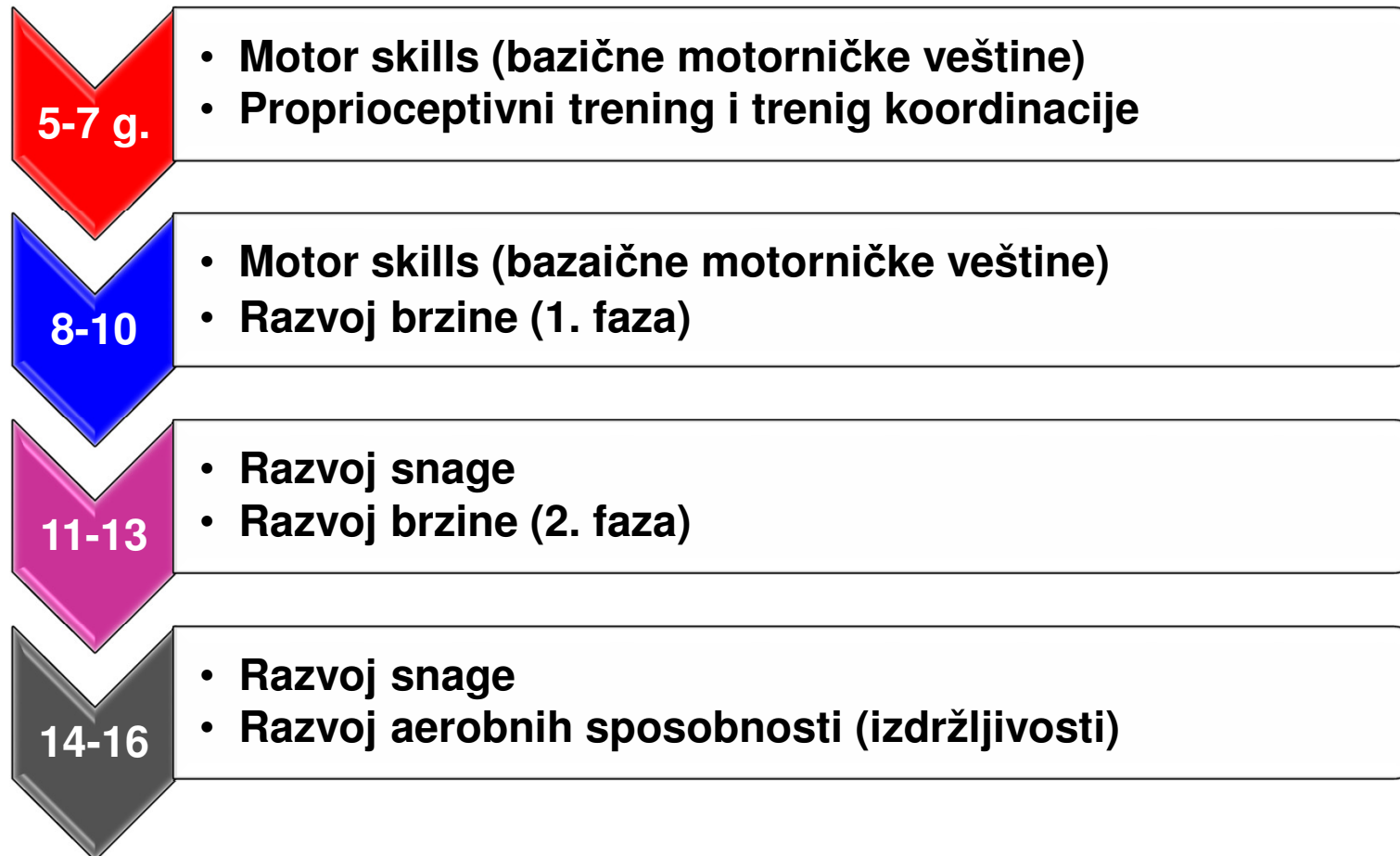
Zadatak proprioceptora

- Svi mehanoreceptori (proprioceptori) zajedno stvaraju brze i precizne predstave o položaju tela (i delova tela) u prostoru, të informacije o stepenu napetosti (tonusu) u mišima
- Brzina provođenja impulsa do CNS je veoma velika (100 m/s)



Senzitivni periodi

Hirtz & Starosta (2002)





Sensitive Phases

Martin (1992)

Godine Variabla	≤ 6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Motor skills	xxx	xxx	xxx	xx	xx	x	x	x	x	x
Speed	0	x	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	x	x
Strength	0	0	x	x	xx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx
Balance	0	x	x	x	xx	xx	xxx	xxx	x	x
Reaction	0	0	xx	xxx	xxx	x	x	x	x	x
Rhythm	x	xx	xx	xx	xxx	xxx	xx	xx	x	x
Endurance	0	x	x	xx	xx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx

Biološke zakonitosti motornog razvoja dece

- Intermitentnost
- Alternativnost
- Konstantnost razvojnog reda
- Cefalo-kaudalni smer razvoja
- Proksimo-distalni smer razvoja
- Razvoj teče od opšteg (globalnog, masovnog) ka diferenciranom i specifičnom ponašanju
- **Spontani pokreti** i **Infantilni refleksi**





Infantilni primitivni refleksi

Naziv refleksa	Stimulans	Reakcija	Mesec
„Lutkine oči“	Pregibanje glave	Podiže pogled	tokom 1.
Palmo-mentalni (<i>Bapkinov</i>)	Pritisak na sredini dlana	Otvora usta; zatvara oči; savija glavu	1 – 3
Sisanje	Dodir izanad ili ispod usana	Započinje pokret „sisanja“	do 3
Moroov refleks	Nagli pokreti („izvlačenje jastuka“)	Ispruža ruke i širi prste	do 3.
Vratni asimetrično-tonični	Okret glave na stranu	Ispruža ruke i noge sa iste strane	do 4.
Darvinov refleks hvatanja	Dodirivanje dlana	Zatvara šaku oko predmeta	do 4.
Refleks Babinskog	Maženje tabana od pete ka prstima	Širi i podiže prste na nogama	do 4.
Vratni simetrično-tonični	Istezanje/svijanje glave i vrata	Ispruža ruke/savija noge i obrnuto	6 – 7
Traženje („ <i>Rooting</i> “)	Dodir obraza glatkim predmetom	Okreće glavu ka strani stimulansa	do 12.
Plantarno skupljanje	Maženje prednjeg dela stopala	Skuplja prste na nogama	do 12.
Refleks iznenađenja	Brzo tapšanje po stomaku	Skuplja (grči) ruke i noge	7 – 12



Infantilni posturalni refleksi

Naziv refleksa	Stimulans	Reakcija	Mesec
Derotacija 1	Okretanje noge i karlice na jednu steanu	Trup i glava prate rotaciju	od 4.
Derotacija 2	Okretanje glave u stranu	Telo prati rotaciju glave	od 4.
Ispravljanje glave	Nakriviti bebu u uspravnom položaju uz oslonac na tlu	Pomera glavu da bi ostala uspravna	2 – 12
Sklek	Nagnuti bebu prema napred ili nazad u sedećem položaju uz držanje za ruke	Beba skuplja ruke	3 – 12
Padobran 1	Naglo spuštanje ka tlu u uspravnom položaju	Beba ispruža noge	od 4.
Padobran 2	Nakriviti bebu u uspravnom položaju prema napred	Beba ispruža noge	od 6.
Padobran 3	Nakriviti bebu u uspravnom položaju u stranu	Beba ispruža noge	od 7.
Padobran 4	Nakriviti bebu u uspravnom položaju prema nazad	Beba ispruža noge	od 9.

Infantilni lokomotorni refleksi

Naziv refleksa	Stimulans	Reakcija	Mesec
Puzanje	U ležanju potrbuške pritiskati jedan ili oba tabana naizmenično	Beba izvodi pokrete puzanja rukama i nogama	do 4.
Automatski hod	Postaviti bebu na ravnu površinu u uspravnom položaju	Beba izvodi nogama pokrete hodanja	do 5.
Plivanje	Postaviti bebu u ležeći položaj na stomaku u vodu ili iznad vode	Izvodi pokrete plivanja rukama i nogama (refleksno zatvaranje glotisa)	1 – 5



Biološki redosled motornih radnji u najranijem periodu razvoja

Mesec	Opis pokreta
0 - 1	Podiže glavu kada ga drže za ramena; Bočni pokreti glave
0,3 - 2	Izbacuje ruke i noge tokom igre
0,5 - 3	Hvata i zadržava predmete upadljive boje
0,7 - 4	Podiže i stabilno drži glavu
0,7 - 5	Okreće se sa strane na leđa i puzi
2 - 6	Sedi uz manji oslonac (pomoć)
4 - 8	Sedi u krilu i hvata predmete (pojava opozicije palca)
5 - 9	Sedi samo (bez oslonca) i ima potpunu opoziciju palca
4 - 10	Prevrće se napred-nazad (sa leđa na stomak i obrnuto)
6 - 10	Parcijalno hvatanje prstima



Motorne radnje neposredno pre i posle prohodavanja

Mesec	Opis pokreta
7 - 8	Stoji uz pomoć odraslih
5 - 12	Podiže se u stojeći položaj (ili pokušava)
6 - 12	Stoji pridržavajući se za nameštaj
7 - 12	Pokušava da izvede pokrete koračanja
8 - 12	Hoda uz pomoć odraslih
9 - 16	Stoji samo (dubi)
9 - 17	Podiže se u stojeći položaj i Hoda samo
11 - 20	Hoda unazad
12 - 23	Hoda uz i niz stepenice uz pomoć odraslih
17 - 30	Skače sa obe noge (sunožni saskok sa stepenika)



Biološka klasifikacija kretanja

- **Filogeneza** – Biološki proces nastajanja neke vrste
- **Ontogeneza** – Razvoj jedinke (individue)
- **Filogenetski pokreti** (radnje) se stiču rođenjem i ispoljavaju se spontano ukoliko dete ima priliku da ih razvije (*puzanje, sedenje, hodanje trčanje, skakanje, bacanje*)
- **Ontogenetske sposobnosti** (veštine) se stiču tokom života kroz proces učenja i uvežbavanja (*plivanje, vožnja bicikla, roleri, plivanje, skakanje, sve specifične sportske tehnike...*)



Usavršavanje filogenetskih radnji



Razvoj filogenetskih sposobnosti

- **Uslov da dete propuzi, prohoda... je da pokuša** (samo ili uz pomoć odraslih)
 - Eksperiment sa pilićima (*Spalding*)
 - Eksperiment sa orlovima mišarima (*Dennis*)
- **Sazrevanje i razvoj motornih veština**
 - Eksperimenti sa predškolcima - crtanje (*Hicks*)
 - Eksperiment sa predškolcima – manipulativne radnje (*Hilgard*)
- **Uticaj treninga na razvoj filogenetskih i ontogenetskih veština**
 - Eksperimenti sa blizancima (*McGrow*)

